

#2 Priority Doc
PTA/GP/R
2-13-02

11000 U.S. PTO
09/998204
12/03/01



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2001년 제 54130 호
Application Number PATENT-2001-0054130

출원 년 월 일 : 2001년 09월 04일
Date of Application SEP 04, 2001

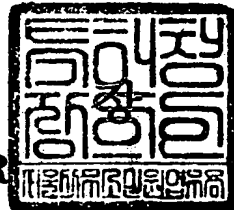
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INST



2001 년 10 월 05 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.09.04
【발명의 명칭】	필터용 공진기 및 그를 이용한 필터 설계 방법과 그 설계 방법에 의해 제작된 필터
【발명의 영문명칭】	Resonator for Filter and Method for Designing Filter using it and Filter Designed by it
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조인귀
【성명의 영문표기】	CHO, In Kui
【주민등록번호】	710408-1925911
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 208-3
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김진태
【성명의 영문표기】	KIM, Jin Tae
【주민등록번호】	740217-1531818
【우편번호】	152-081
【주소】	서울특별시 구로구 고척1동 327번지 동아한신아파 트 101-2003
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

정명영

【성명의 영문표기】

JEONG, Myung Yung

【주민등록번호】

600220-1820713

【우편번호】

305-333

【주소】

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107-302

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

최태구

【성명의 영문표기】

CHOY, Tae Goo

【주민등록번호】

500224-1019616

【우편번호】

305-345

【주소】

대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 107-1003

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
특허법인 신성 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

7 면 7,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

8 항 365,000 원

【합계】

401,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

200,500 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 필터용 공진기 및 그를 이용한 필터 설계 방법과 그 설계 방법에 의해 제작된 필터에 관한 것이다. 본 발명의 필터용 공진기는, 공진기의 내외경의 비가 기존의 1 : 3 이하인 공진기를 사용하였을 경우에 발생하는 문제점을 개선하고, 상호 변조 왜곡 신호를 저감하기 위하여, 소정의 비율(즉, 내경 대 외경의 비가 실질적으로 1 : 3보다 크고 1 : 3.75보다 같거나 작은 비율임)에 따른 내외경을 가지며, 그 길이는 $\lambda/4$ (단, λ 는 공진기에 인가되는 평면파의 파장임)인 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 통화 용량 감소 및 통화 품질 저하를 유발하는 상호 변조 왜곡 신호를 저감할 수 있다. 또한, 본 발명의 필터 설계 방법은, 그 제작시에 국소적이고 세밀한 공정처리에 의존하는 종래의 접근 방식을 탈피하고 설계상의 회로적, 구조적인 접근법을 근간으로 하여 효과적으로 필터를 설계할 수 있게 한다.

【대표도】

도 8a

【색인어】

필터, 공진기, 동축 공동부, 상호 변조 왜곡 신호, 등가 회로

【명세서】

【발명의 명칭】

필터용 공진기 및 그를 이용한 필터 설계 방법과 그 설계 방법에 의해 제작된
필터{Resonator for Filter and Method for Designing Filter using it and Filter
Designed by it}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명이 적용되는 $\lambda/4$ 단락(short) 동축 공동부(Coaxial Cavity)
공진기의 구조를 설명하기 위한 도면,

도 2는 도 1의 공진기 내부의 전장 및 자장의 선도,

도 3은 본 발명이 적용되는 통신용 고주파 필터의 등가 집중 정수 회로도,

도 4는 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm,
외경(b)은 20mm로 선정했을 때 각 공진기 및 출력 50 Ω 부하(Load)에 흐르는 전
류의 크기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프,

도 5는 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm,
외경(b)은 30mm로 선정했을 때 각 공진기 및 출력 50 Ω 부하에 흐르는 전류의 크
기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프,

도 6은 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm,
외경(b)은 40mm로 선정했을 때 각 공진기 및 출력 50 Ω 부하에 흐르는 전류의 크
기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프,

도 7은 본 발명에 따른 공진기의 외경에 대한 최종 상호 변조 왜곡 신호 수준을 나타내는 일실시에 그래프,

도 8은 본 발명에 따라 각 공진기의 외경이 결정될 때에, 상호 변조 왜곡 신호를 최소화 할 수 있는 내경의 크기를 보여주고자 한 것으로서, 도 8a는 본 발명에 따른 동축 공진기 구조에서 전류가 증가할 경우에, 초기 상호 변조 왜곡 신호의 크기 및 상승 상호 변조 왜곡 신호의 크기의 변화를 나타내는 일실시에 그래프, 도 8b는 본 발명에 따른 내경의 조절에 의한 최종 상호 변조 왜곡 신호의 수준을 내경의 길이에 따라 표시한 일실시에 그래프,

도 9는 본 발명에 따른 공진기의 설계시 통과 대역 내에서의 리플(Ripple)을 결정하는 각 공진기간의 결합력에 따른 상호 변조 왜곡 신호(PIMD) 특성을 나타내는 것으로서, 도 9a는 본 발명에 따른 필터의 통과 대역 내의 리플을 0.1dB로 선정한 경우의 상호 변조 왜곡 신호 특성을 나타내는 일실시에 그래프, 도 9b는 도 9a의 경우에 각 공진기에 걸리는 전압의 크기를 나타내는 일실시에 그래프, 도 9c는 본 발명에 따른 필터의 통과 대역 내의 리플을 0.001dB로 선정한 경우의 상호 변조 왜곡 신호 특성을 나타내는 일실시에 그래프, 도 9d는 도 9c의 경우에 각 공진기에 걸리는 전압의 크기를 나타내는 일실시에 그래프.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10> 본 발명은 필터용 공진기 및 그를 이용한 기술에 관한 것으로, 특히 필터의 선형 특성과 비선형 특성 및 공진시 나타나는 전류밀도의 특성을 분석함으로써 상호 왜곡 변조 신호를 해석하고 이의 저감화 방안을 설계적으로 접근할 수 있는 필터용 공진기 및 그를 이용한 필터 설계 방법과 그 설계 방법에 의해 제작된 필터에 관한 것이다.

<11> 일반적으로, 상호 변조 왜곡 신호는 전자 장치의 비선형 전달 특성에 기인한 것으로, 전자 장치의 출력 신호에 입력 신호들의 합과 차의 주파수 성분이 나타나는 현상이며, 통신 시스템의 용량 증대와 통화 품질의 향상에 있어 간섭의 주원인이 되고 있다.

<12> 과거에는 한때 이러한 상호 변조 왜곡 신호는 능동 소자에서만 발생하는 것으로 인식되어 왔다.

<13> 그러나, 현대에 와서는 선형 전달 특성을 갖고 있는 것으로 여겨진 수동 무선 주파수(Radio Frequency; 이하 'RF'라 한다) 부품에서 상호 변조 왜곡 신호가 발견되었으며, 특히 수동 상호 변조 왜곡 신호는 능동 소자에서 발생하는 상호 변조 왜곡 신호에 비해 그 수준은 매우 낮으나 능동소자에서 이용되는 여파(Filtering)기법을 사용할 수 없어 그 발생 원인을 제거하는 방향으로 저감화 연구를 하고 있는 실정이다.

- <14> 이동 통신의 통화 용량의 증대나 품질 향상을 위해서는 필수적으로 수동 소자의 상호 변조 왜곡 신호의 제어 기술이 요구되며, 특히 필터는 그 발생 영역 중 큰 비중을 차지하는 수동 부품으로 그 제어 기술은 그 발생 원인의 다양성과 복잡성으로 많은 어려움과 시간적, 경제적 손실이 막대한 실정이다
- <15> 종래의 RF 수동 부품 및 필터에 상호 변조 왜곡 신호 저감화 방향은 대부분 설계 단계를 포함하는 회로적인 접근법을 사용하지 않는 국소적이고 세밀한 공정 단계를 중시한 도금 처리, 하우징, 입출력 커넥터 등에 집중된 연구를 수행하여 왔다.
- <16> 이러한 배경에는 주로 수동 상호 변조 왜곡 신호의 발생 원인이 접촉(Contact) 비선형성과 재료(Material) 비선형성으로 분류되고, 특히 금속 대 금속의 접합이나 강자성 성질을 갖는 물질에 의한 상호 변조 왜곡 신호의 해석과 이들의 제거에 초점을 맞추어 왔다는데 있다.
- <17> 따라서 이러한 접촉 문제나 강자성체 문제에 의한 상호 변조 왜곡 신호의 해석 및 해결은 다소 성숙되었다고 보아야 할 것이다.
- <18> 그러나, 필터의 하우징에 금속 대 금속의 접합부에서 오는 비선형성을 감소시키기 위하여 용접이나 납땜구조를 채택하고 있는데, 이는 조립과 분해가 어려운 문제점이 있다.
- <19> 이러한 문제점을 보완하기 위한 종래 기술로서 'PASSIVE MICROWAVE STRUCTURE AND METHODS HAVING REDUCED PASSIVE INTERMODULATION' 및 'MICROWAVE

TRANSMISSION MEANS WITH IMPROVED COATINGS'가 각각 미합중국(US) 특허 제 5,834,993호 및 제 5,304,962호에 개시되어 있다.

<20> 상기 특허 제5,834,993호는 좌굴 형식을 채택하여 상기 단점을 극복하기 위해 노력하였으며, 손쉬운 제조 공정을 도입하고 조립 시간을 단축시킨 바 있다.

<21> 또한, 일반적인 동축 선로(Coaxial Cable)를 통해 신호를 전송할 때 동축 선로에 한정된 전도성으로 인해 도체손실이 발생하며, 이러한 손실은 열로 전도되는데 이 때 전도되는 열성분이 새로운 상호 변조 왜곡 신호 원인이 되는 문제점이 있다.

<22> 이러한 문제점을 해결하기 위해 'MICROWAVE TRANSMISSION MEANS WITH IMPROVED COATINGS'가 미합중국(US) 특허 제 5,304,962호에 개시되어 있다.

<23> 상기 특허 제 5,304,962호는 이동 통신 송수신 시스템에 듀플렉서에서 발생되는 상호 변조 왜곡 신호를 감소시키기 위해 내부에 혼합 도금 형태로 도금을 실시하였으며, 알루미늄 기판 위에 아연(Zinc)층을 갖고 아연(Zinc)층으로부터 바깥쪽으로 구리와 은 층을 갖게 도금을 하였다. 이에 대해 각각 적어도 약 300인치(inch)의 두께와 500인치(inch)의 두께를 갖게 도금을 하여 진행파에 의해 유기되는 저항 손실을 줄여 상호 변조 왜곡 신호를 감소시켰다.

<24> 그러나, 기존 상호 변조 왜곡 신호 저감화 방법은 대부분 설계 단계를 포함하는 회로적인 접근법을 사용하지 않는, 세밀한 공정 단계를 중시한 도금 처리, 하우징, 입출력 커넥터 등에 집중되어 있으며, 이러한 세밀한 공정 기술은 우수

한 공정 기술력과 청결한 공정 환경을 필요로 하고, 그 기술 집약성이 요구되며, 제작자의 숙련도에 의존할 수밖에 없는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 필터에서 발생하는 상호 왜곡 변조 신호의 저감화를 위하여 설계상의 구조적 접근을 시도함으로써 이동 통신 시스템의 간섭을 줄여 통화 용량 증대 및 품질 개선에 효과적으로 기여할 수 있는 이동 통신 기지국 시스템 등에서 이용하는 필터용 공진기를 제공하는데 그 목적이 있다.

<26> 또한, 본 발명은 상기한 바와 같은 공진기를 이용함으로써 이동 통신 시스템의 간섭을 줄여 통화 용량 증대 및 품질 개선에 효과적으로 기여할 수 있도록 하는 필터 설계 방법 및 그 설계 방법에 의해 제작된 필터를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<27> 상기한 바와 같은 본 발명은, 상호 변조 왜곡 신호를 저감하기 위해 필터에 이용되는 동축 공동부(Coaxial Cavity) 공진기에 있어서, 내경(a)과 외경(b)의 비가 실질적으로 1 : 3보다 크고, 1 : 3.75보다 같거나 작은 비율 중 어느 한 비율을 갖고 있으며, 그 길이(H)는 $\lambda/4$ (단, λ 는 상기 공진기에 인가되는 평면파의 파장임)인 것을 특징으로 한다.

- <28> 또한, 본 발명은 여러 개의 공진기로 이루어진 필터의 각 공진기에 흐르는 전류가 최소화되도록 하기 위한 공진기 필터의 설계 방법에 있어서, 상기 공진기 필터 등가 회로의 특성 임피던스가 실질적으로 65Ω 보다 크고 79Ω 보다 같거나 작은 값 중 어느 한 값을 갖도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <29> 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 설계 방법으로 제작된 공진기 필터를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.
- <31> 도 1은 본 발명이 적용되는 필터에 사용되는 $\lambda/4$ 단락(short) 동축 공동부(Coaxial Cavity) 공진기의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- <32> a는 공진기의 도체 내경을 의미하며, b는 공진기의 도체 외경을 의미한다. 따라서 필드는 TEM 모드가 지배적으로 존재할 것이다.
- <33> 도 2는 도 1의 공진기 내부의 전장(E 필드) 및 자장(H 필드)의 선도이다.
- <34> 공진기의 집중정수 등가회로는 저항(R), 인덕터(L), 커패시터(C)의 병렬 형식으로 표현될 수 있을 것이다. 그 병렬 회로 정수는 하기 수학식 1 및 수학식 2와 같이 표현할 수 있다.

<35>

$$R = Y_0 a_t \lambda = \frac{(2n-1)}{4} Y_0 a_t \lambda_{g0}$$

【수학식 1】

<36>

$$\varphi = \omega_0 C = \frac{1}{\omega_0 L} = \frac{(2n-1)}{4} \pi Y_0 \left(\frac{\lambda_{g0}}{\lambda_0} \right)^2$$

【수학식 2】

<37>

이 때, 관내 파장은 $\lambda_{g0} = \frac{2\pi}{\beta}$ 이며, 평면파 파장은 $\lambda_0 = \frac{2\pi}{k}$ 이 된다. 또한, 동축선의 경우 TEM 모드로 전송되어 $\beta = k$ 의 관계식이 성립된다.

<38>

이제 동축 전송 선로에서 등가 회로 정수 및 이 전송 선로의 특성 어드미턴스를 찾기로 한다. 이 때, 모든 매질은 손실이 없는 것으로 가정하여 수식을 전개할 것이다.

<39>

필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 20mm로 선정했을 때, 집중 정수 등가 회로 값 및 공진기의 길이는 다음과 같이 표현될 수 있으며, 주파수가 1GHz인 경우에 그 값은 아래 수학식 3 내지 수학식 10과 같다.

<40>

$$H = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f} = 0.075\text{m} = 75\text{mm}$$

【수학식 3】

<41>

(H는 공진기의 길이임)

<42>

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \frac{b}{a} = 41.58883 \Omega$$

【수학식 4】

<43>
$$Y_0 = \frac{1}{Z_0} = 0.0240449 \text{ mho}$$

【수학식 5】

<44>
$$L = \frac{4}{\pi Y_0 \omega_0} = 8.42765 \text{ nH}$$

【수학식 6】

<45>
$$C = \frac{\pi Y_0}{4 \omega_0} = 3.00561 \text{ pF}$$

【수학식 7】

<46>
$$R_s = \sqrt{\frac{\omega \mu_0}{2 \sigma}} = 8.24 \text{ m}\Omega$$

【수학식 8】

<47>
$$\alpha_c = \frac{R_s}{2\eta \ln \frac{b}{a}} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) = 0.0023652537 \text{ Np / m}$$

【수학식 9】

<48>
$$R = \frac{Z_0}{\alpha_c H} = 234.445 \text{ k}\Omega$$

【수학식 10】

<49> 같은 방식으로 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 30mm로 선정했을 때, H는 75mm, Z_0 는 65.9167Ω , L은 13.3575nH , C는 1.89633pF , R은 $662.569\text{k}\Omega$ 이 된다.

<50> 또한, 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 40mm로 선정했을 때에는, H는 75mm, Z_0 는 83.1776Ω , L은 16.855318nH , C는 1.50280725pF , R은 $1125.33544\text{k}\Omega$ 이 된다.

<51> 도 3은 본 발명이 적용되는 통신용 고주파 필터의 등가 집중 정수 회로도로서, 차수가 6차인 인버터 타입의 필터를 나타내고 있다.

<52> 각 공진기는 J 인버터로 결합되어 있으며, 설계 사양은 중심 주파수를 1GHz, 대역폭을 10MHz, 차수를 6차, 입출력 임피던스를 50Ω , 리플(Ripple)을 0.2dB, 필터타입을 체비셰프(Chebyshev)로 선정하였다.

<53> 도 1에서 언급한 공진기의 외경에 따른 필터의 등가 R, L, C 및 J 인버터 Cc의 값은 하기 표 1과 같이 찾아낼 수 있다.

<54> 【표 1】

소자	a=10mm, b=20mm				a=10mm, b=30mm				a=10mm, b=40mm			
	C[pF]	R[k Ω]	L[nH]	Cc[fF]	C[pF]	R[k Ω]	L[nH]	Cc[fF]	C[pF]	R[k Ω]	L[nH]	Cc[fF]
1	3.00744	234.445	8.42765	266.17	1.89728	662.569	13.3575	211.15	1.50342	1125.335	16.8553	187.88
2	3.00557			22.075	1.89638			13.928	1.50284			11.038
3	3.00565			17.202	1.89635			10.853	1.50283			8.601
4	3.00565			16.647	1.89635			10.503	1.50283			8.324
5	3.00557			17.202	1.89638			10.853	1.50284			8.601
6	3.00744			22.075	1.89728			13.928	1.50342			11.038
7				266.17				211.15				187.88

<55> 도 4는 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 20mm로 선정했을 때, 각 공진기 및 출력 50Ω 부하(Load)에 흐르는 전류의 크기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프이다.

<56> 이 때 첫 번째 공진기에서부터 5 번째 공진기까지 전류의 최고 값이 필터의 차단(cut-off) 주파수에서 나타났으며, 여섯 번째 공진기는 필터의 특성과 유사한 전류 특성을 보이고 있다. 가장 높은 전류 값을 갖는 공진기는 두 번째 공진기이며, 다음은 세 번째 공진기임을 알 수 있다.

<57> 도 5는 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 30mm로 선정했을 때, 각 공진기 및 출력 50Ω 부하에 흐르는 전류의 크기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프이다.

<58> 이 때 첫 번째 공진기에서부터 5 번째 공진기까지 전류의 최고 값이 필터의 차단(cut-off) 주파수에서 나타났으며, 여섯 번째 공진기는 필터의 특성과 유사한 전류 특성을 보이고 있다. 가장 높은 전류 값을 갖는 공진기는 두 번째 공진기이며, 다음은 세 번째 공진기임을 알 수 있다.

<59> 도 6은 본 발명에 따른 필터에 사용되는 공진기의 구경을 내경(a)은 10mm, 외경(b)은 40mm로 선정했을 때, 각 공진기 및 출력 50Ω 부하에 흐르는 전류의 크기를 주파수에 따라 도시한 일실시에 그래프이다.

<60> 이 때 첫 번째 공진기에서부터 5 번째 공진기까지 전류의 최고 값이 필터의 차단(cut-off) 주파수에서 나타났으며, 여섯 번째 공진기는 필터의 특성과 유사한 전류 특성을 보이고 있다. 가장 높은 전류 값을 갖는 공진기는 두 번째 공진기이며, 다음은 세 번째 공진기임을 알 수 있다.

<61> 도 7은 본 발명에 따른 공진기의 외경에 대한 최종 상호 변조 왜곡 신호 수준을 나타내는 일실시에 그래프이다. 외경의 크기가 20mm에서 40mm로 증가할 때 상호 변조 왜곡 신호의 수준은 약 21dB 감소하였음을 알 수 있다.

<62> 일반적인 동축 선로(Coaxial Cable)를 통해 신호를 전송할 때 동축 선로에 한정된 전도성으로 인해 도체손실이 발생하며, 이러한 손실은 열로 전도되는데 이때 전도되는 열성분은 새로운 상호 변조 왜곡 신호의 원인이 된다.

<63> 이러한 이론을 바탕으로 상기 도 4, 도 5 및 도 6에서 구한 필터 구조에 각 공진기의 전류량에 의한 상호 변조 왜곡 신호의 수준을 계산하였으며, 그 계산 과정은 다음 표 2와 같다.

<64> 【표 2】

구조	$a=10\text{mm}, b=20\text{mm}$				$a=10\text{mm}, b=30\text{mm}$				$a=10\text{mm}, b=40\text{mm}$			
Para.	ΔI	ΔP_{IH}	P_{IMD}	P_{IH}	ΔI	ΔP_{IH}	P_{IMD}	P_{IH}	ΔI	ΔP_{IH}	P_{IMD}	P_{IH}
Reso.1	25.76	84.66	-231.4	-138.4	20.27	78.42	-240.2	-152.6	17.99	75.31	-244.4	-159.7
Reso.2	30.64	89.18	-231.4		24.71	83.57	-240.2		22.15	80.73	-244.4	
Reso.3	29.06	87.80	-231.4		23.92	82.73	-240.2		21.61	80.08	-244.4	
Reso.4	26.03	84.93	-231.4		21.29	79.69	-240.2		19.22	77.03	-244.4	
Reso.5	21.55	80.01	-231.4		17.92	75.20	-240.2		16.23	72.62	-244.4	

<65> 상기 계산 과정에서 ΔI 는 동축 선로에 흐르는 전류와 각 공진기에 흐르는 전류의 비를 의미하며, ΔP_{IMD} 은 증가된 전류의 양에 의한 상호 변조 왜곡 신호의 증가 dB양을 의미한다.

- <66> P_{PMO} 는 동축 선로에 흐르는 전류에 의해 발생하는 상호 변조 왜곡 신호의 수준을 나타낸다.
- <67> 최종 P_{PM} 은 P_{PMO} 에서 ΔP_{PM} 을 합산한 것이다.
- <68> 상기에서 설명한 내용을 정리하면, 필터의 상호 변조 왜곡 신호 해석은 각 공진기에 흐르는 전류의 크기를 찾아 해석할 수 있으며, 동시에 이러한 필터 설계시 낮은 수준의 상호 변조 왜곡 신호를 갖고자 할 때는 각 공진기에 흐르는 전류의 양을 최소화하여야 함을 알 수 있다.
- <69> 그 일환으로 각 공진기의 Z_0 (특성 임피던스; Characteristic Impedance) 값을 크게 하고, 내외곽 도체 사이에 낮은 유전 상수의 유전체를 사용하거나 유전체를 사용하지 않는 것이 유리하며, 각 공진기의 인덕턴스를 크게 설계하는 것이 중요하다.
- <70> 본 발명에서 제안하는 바로는, 종래의 1 : 3의 내외경 비를 사용하였을 때에 Z_0 가 약 65Ω 인데 비해, 본 발명의 Z_0 는 65Ω 에서 79Ω 을 사용한다.
- <71> 또한, 각 공진기의 인덕턴스는, 종래에 사용하던 것에 비해서 상대적으로 큰 것을 사용한다.
- <72> 또한, 각 공진기에 전류가 밀집되는 부위에서는 비선형성이 증가할 여지가 많으므로 튜닝을 위한 튜닝 봉에 나사 형식을 금하는 것이 유리하며, 전류가 밀집되는 부위에는 불연속점을 제거하는 공정이 필요하다.
- <73> 상기 설명된 기법을 활용하여 IMT-2000 등 이동 통신 시스템의 기지국용 필터의 설계시 다음과 같이 최적화된 결과를 얻을 수 있었다.

- <74> 도 8은 본 발명에 따라 각 공진기의 외경이 결정될 때에, 상호 변조 왜곡 신호를 최소화 할 수 있는 내경의 크기를 보여주기 위한 도면이다.
- <75> 도 8a는 본 발명에 따른 동축 공진기 구조에서 전류가 증가할 경우에, 초기 상호 변조 왜곡 신호의 크기 및 상승 상호 변조 왜곡 신호의 크기의 변화를 나타내는 일실시에 그래프이다.
- <76> PIM₀는 동축(coaxial) 공진기 구조에서 발생하는 초기 상호 변조 왜곡 신호의 크기이며, Delta IM은 동축 공진기 구조에서 증가된 전류의 효과에 의한 상승된 상호 변조 왜곡 신호의 크기이다.
- <77> 도 8b는 본 발명에 따른 내경의 조절에 의한 최종 상호 변조 왜곡 신호의 수준을 내경의 길이에 따라 표시한 일실시에 그래프이다.
- <78> 이러한 방법에 따라 다음과 같이 외경이 고정될 때 내경의 최적화 사이즈는 다음과 같다.
- <79> 만약 외경(b)을 30mm로 선정한다면, 내경(a)은 8mm에서 10mm까지가 최적의 값이며, 외경(b)이 25mm 이면, 내경(a)은 6.7mm에서 8.3mm가 된다.
- <80> 또한 외경(b)을 20mm로 선정하면, 내경(a)은 5.3mm에서 6.6mm가 된다.
- <81> 상기 치수를 살펴보면, 기존에 내외경 비가 1 : 3이하인 조건을 벗어나, 그 이상으로 선정하였을 때가 더 우수한 상호 변조 왜곡 신호의 저감 효과가 나타남을 알 수 있다. 특히 이러한 비가 1 : 3보다 크고 1 : 3.75보다 작거나 같은 범위 내에서 우수한 특성을 보임을 알 수 있다.

- <82> 도 9는 본 발명에 따른 공진기의 설계시 통과 대역 내에서의 리플(Ripple)을 결정하는 각 공진기간의 결합도(coupling)에 따른 상호 변조 왜곡 신호(PIMD) 특성 및 전압을 설명하기 위한 도면이다.
- <83> 도 9a는 본 발명에 따른 필터의 통과 대역 내의 리플을 0.1dB로 선정한 경우의 상호 변조 왜곡 신호 특성을 나타내는 일실시에 그래프이며, 도 9b는 도 9a의 경우에 각 공진기에 걸리는 전압의 크기를 나타내는 일실시에 그래프이다.
- <84> 도 9c는 본 발명에 따른 필터의 통과 대역 내의 리플을 0.001dB로 선정한 경우의 상호 변조 왜곡 신호 특성을 나타내는 일실시에 그래프이며, 도 9d는 도 9c의 경우에 각 공진기에 걸리는 전압의 크기를 나타내는 일실시에 그래프이다.
- <85> 도면에 도시된 바와 같이, 리플을 적은 값으로 설계한 경우에는, 즉 각 공진기간의 결합력을 증대시키는 경우에는, 필터의 전달 특성 중 저지대역 감쇄 특성이 악화되는 경향이 있으며, 이와 반대로 상호 변조 왜곡 신호(PIMD)의 수준은 감소하고 있음을 확인할 수 있다.
- <86> 물론, 본 발명의 회로적, 구조적 접근을 통한 설계 방법과, 기존의 국소적이고 세밀한 공정 처리 기법을 병행할 수도 있음은 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- <87> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환,

변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【발명의 효과】

- <88> 상기한 바와 같은 본 발명은, 설계 초기 단계에서 상호 변조 왜곡 신호를 고려한 설계를 가능토록 함으로써, 필터의 구조에서 발생하는 상호 변조 왜곡 신호를 해석하여 이를 저감할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- <89> 또한, 본 발명은 이동 통화시에 발생하는 상호 변조 왜곡 신호를 저감함으로써 이동 통신 시스템의 간섭 문제를 해결하여 통화 용량을 증대시키고, 통화 품질 개선에 기여할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- <90> 또한, 본 발명의 필터 설계 방법은, 그 제작시에 세밀한 공정 처리에 의존하는 종래의 접근 방식을 탈피하고, 설계상의 회로적, 구조적인 접근법을 근간으로 하여 효과적으로 필터를 설계할 수 있도록 하는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

상호 변조 왜곡 신호를 저감하기 위해 필터에 이용되는 동축 공동부
(Coaxial Cavity) 공진기에 있어서,

내경 (a)과 외경(b)의 비가 실질적으로 1 : 3보다 크고, 1 : 3.75보다 같거나 작은 비율 중 어느 한 비율을 갖고 있으며, 그 길이(H)는 $\lambda/4$ 인 것을 특징으로 하는 필터용 공진기.

(단, λ 는 상기 공진기에 인가되는 평면파의 파장임)

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 공진기는,

그 외경을 30mm로 선정한 경우에는, 그 내경은 8mm보다 크고 10mm보다 같거나 작은 값 중에서 어느 하나의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 필터용 공진기.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 공진기는,

그 외경을 25mm로 선정한 경우에는, 그 내경은 6.7mm보다 크고 8.3mm보다 같거나 작은 값 중에서 어느 하나의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 필터용 공진기.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 공진기는,

그 외경을 20mm로 선정한 경우에는, 그 내경은 5.3mm보다 크고 6.6mm보다 같거나 작은 값 중에서 어느 하나의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 필터용 공진기.

【청구항 5】

여러 개의 공진기로 이루어진 필터의 각 공진기에 흐르는 전류가 최소화되도록 하기 위한 공진기 필터 설계 방법에 있어서,

상기 공진기 필터 등가 회로의 특성 임피던스가 실질적으로 65Ω 보다 크고 79Ω 보다 같거나 작은 값 중 어느 한 값을 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 공진기 필터 설계 방법.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 등가 회로의 인덕턴스는,

상기 특성 임피던스 값에 따라, 하기 수학적식에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 공진기 필터 설계 방법.

$$L = \frac{4}{\pi Y_0 \omega_0}$$

(단, ω_0 는 필터의 공진 주파수임)

【청구항 7】

제 5항에 있어서,

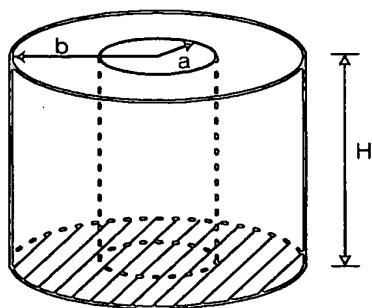
상기 등가 회로의 공진기간의 결합도를 증대시키기 위하여, 소형 리플을 사용하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공진기 필터 설계 방법.

【청구항 8】

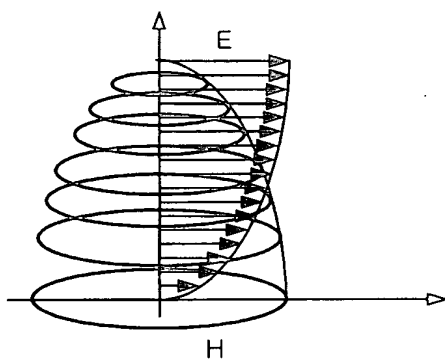
상기 제 5항 내지 제 7항 중 어느 한 항의 설계 방법으로 제작된 공진기 필터.

【도면】

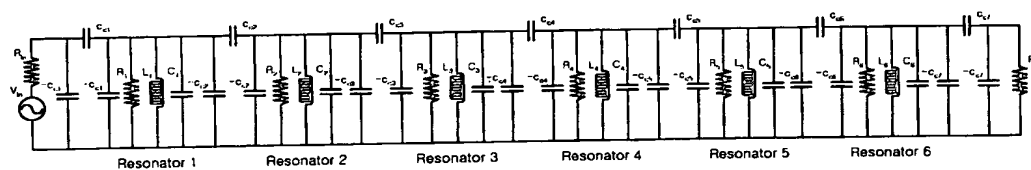
【도 1】



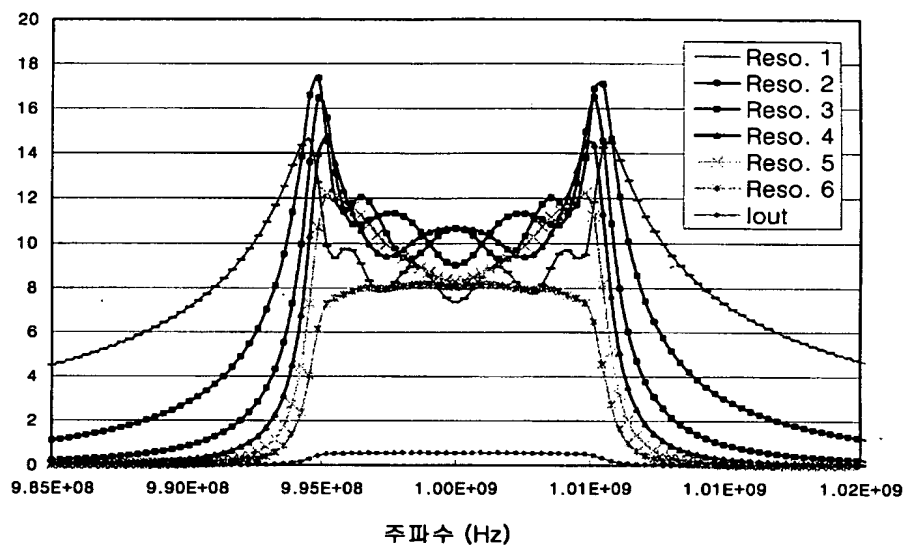
【도 2】



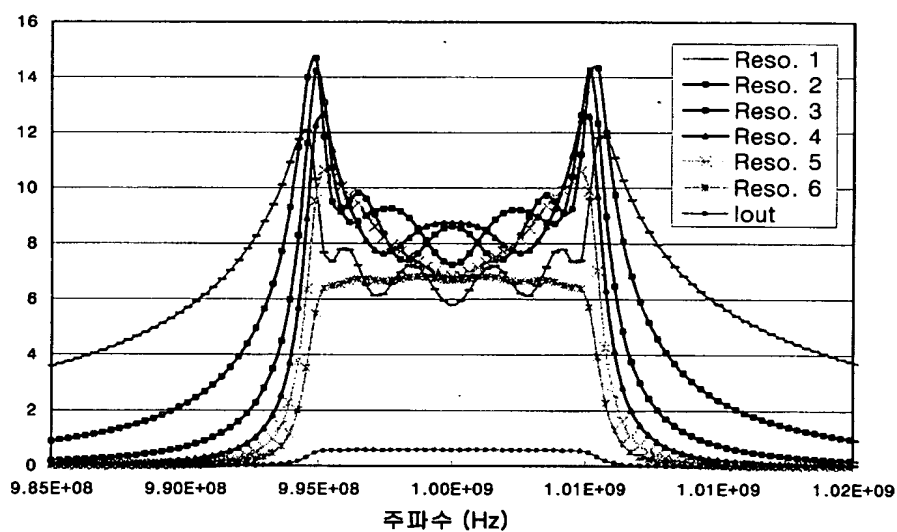
【도 3】



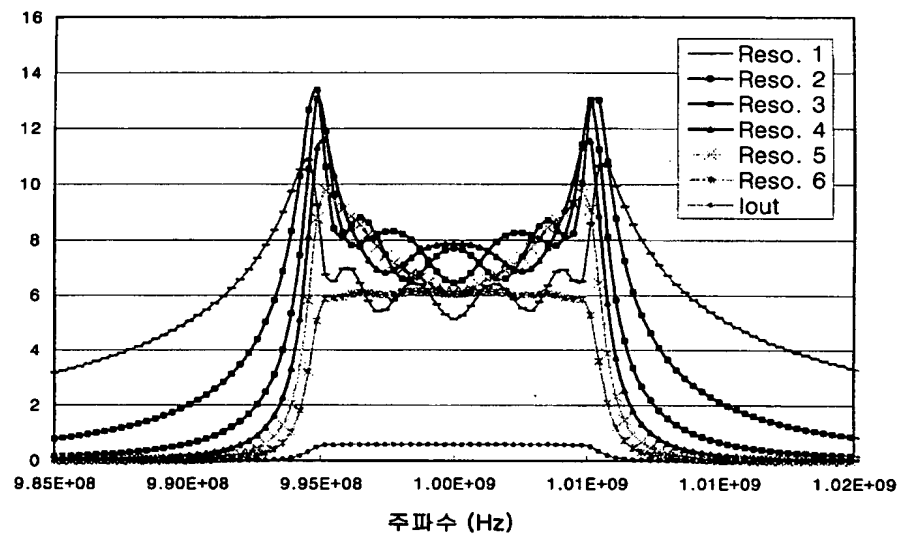
【도 4】



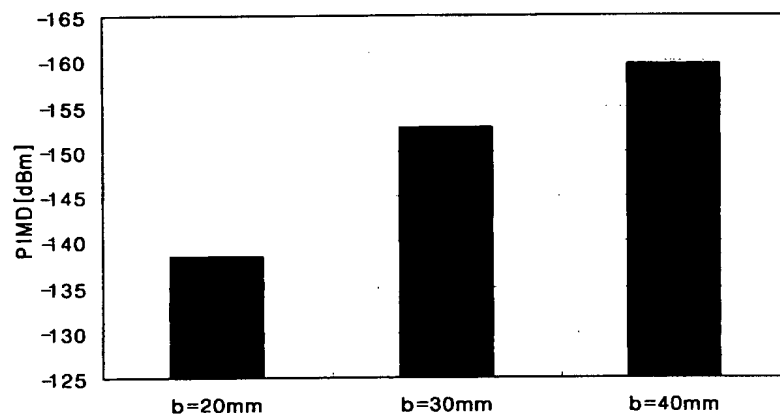
【도 5】



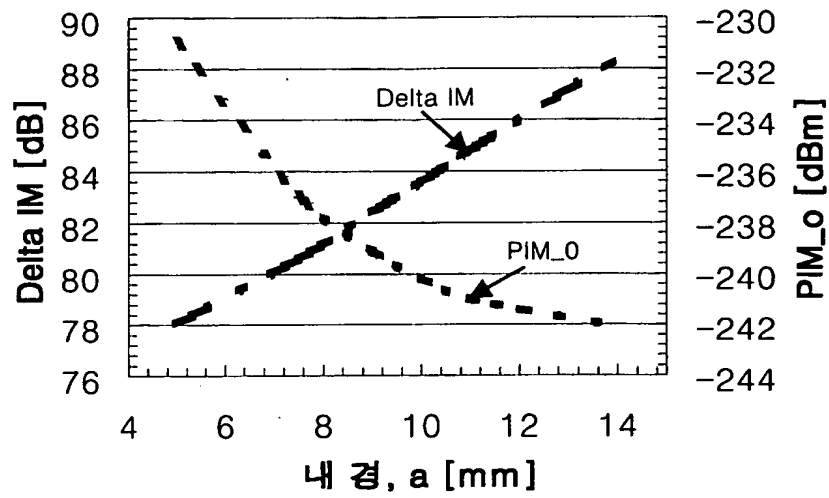
【도 6】



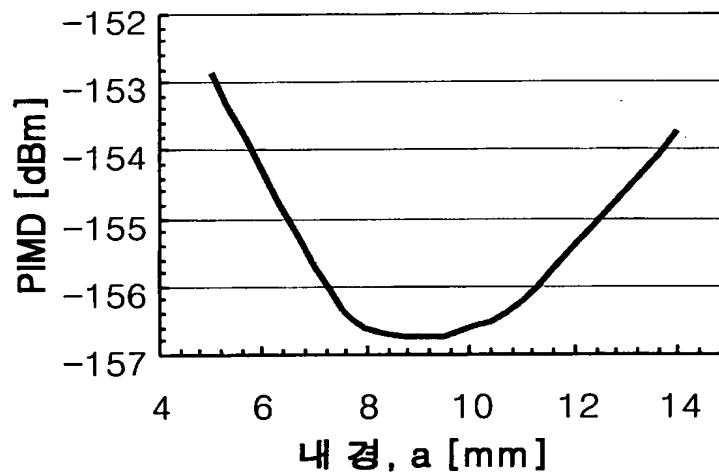
【도 7】



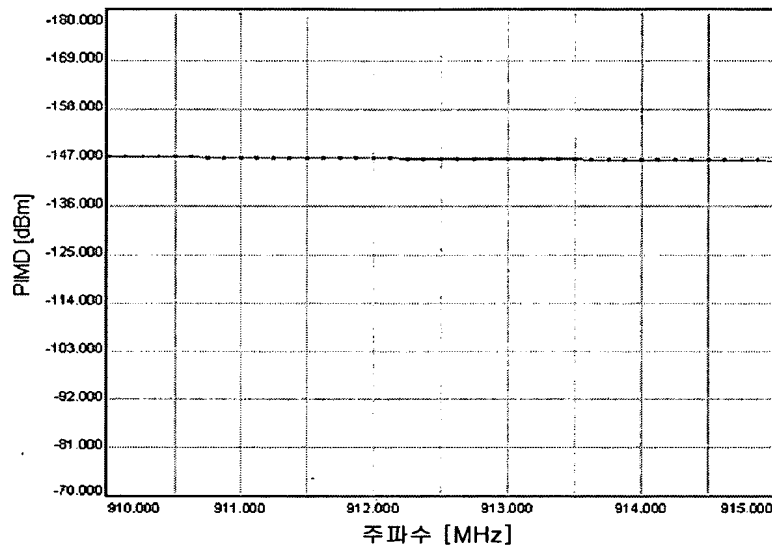
【도 8a】



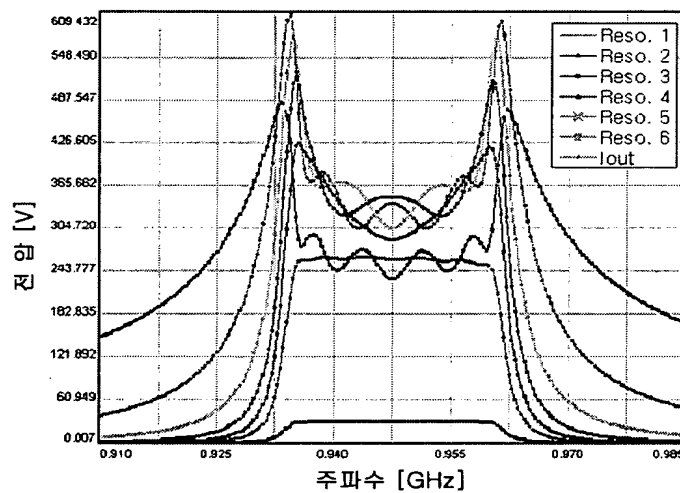
【도 8b】



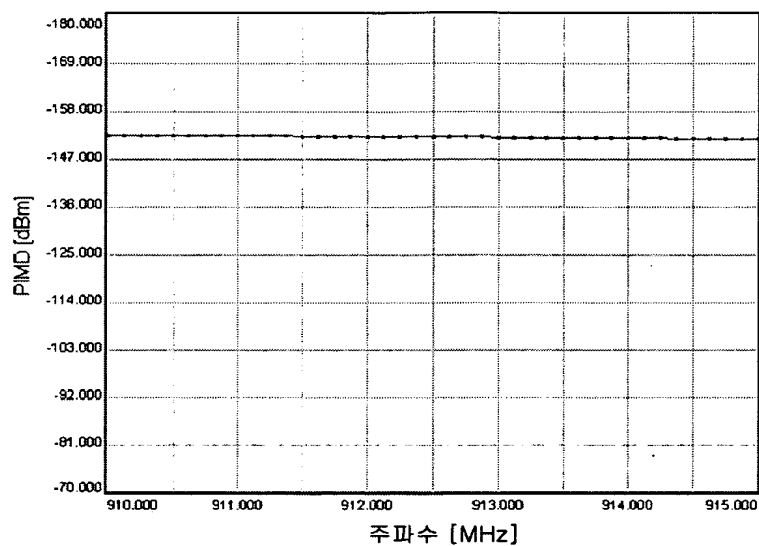
【도 9a】



【도 9b】



【도 9c】



【도 9d】

